

Т.Г. Джугурия, д-р техн. наук, А.М. Голобородько,
Л.М. Перпери, канд. техн. наук, Одесса, Украина

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ИЗНОС РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ КОНИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

У статті розглянуто вплив технологічних параметрів різання на величину розмірного зносу інструменту при обробці конічних отворів.

В статье рассмотрено влияние технологических параметров резания на величину размерного износа инструмента при обработке конических отверстий.

In this paper we consider the influence of process parameters on the magnitude of the size of cutting tool wear in the processing of conical holes.

В станкостроении к изготовлению деталей типа «шпиндель» предъявляют высокие требования по точности. Шпиндель является одной из самых ответственных деталей металлорежущего станка, назначение которого состоит не только в передаче крутящего момента обрабатываемой детали или режущему инструменту, но и в обеспечении точности и качества обрабатываемых деталей. Особенности шпинделей станков является высокая точность размеров, формы и взаимного расположения подшипниковых шеек, базовых торцов и конусного отверстия [1, 2].

Для обеспечения работоспособности шпинделей в период эксплуатации необходимо обеспечить постоянство его геометрической формы и размеров посадочных поверхностей. Изготовление шпинделей сопровождается решением ряда вопросов, связанных с обеспечением точности и качества посадочной поверхности конического отверстия (IT 6 – 7). Наибольшее влияние на геометрическую точность размеров и формы конического отверстия оказывает износ лезвия инструмента в направлении перпендикулярном к обрабатываемой поверхности, который называют размерным износом U .

Целью работы является определение зависимости размерного износа как функции от пути резания на участке нормального износа с учетом конкретных технологических параметров при обработке конических отверстий.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть факторы, влияющие на размерный износ;
- рассмотреть, с учетом конкретных условий, какой из технологических параметров влияет на износ инструмента;
- дать рекомендации для обеспечения точности обработки.

При чистовой обработке конических отверстий износ инструмента осуществляется преимущественно по задней поверхности лезвия инструмента,

тем самым, приближая вершину инструмента к центру вращения заготовки на величину размерного износа U и соответственно уменьшая диаметр отверстия до размера d_U (рисунок).

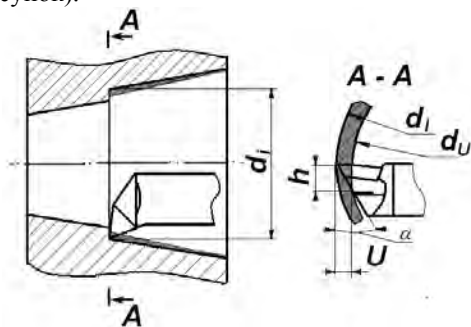


Рисунок – Изменение диаметра обрабатываемого отверстия вследствие размерного износа инструмента

Как известно, важнейшими факторами, влияющими на износ инструмента, являются физико-механические свойства обрабатываемого материала и режущего инструмента, технологические факторы (скорость резания, величины подачи и глубины резания), величина срезаемого слоя материала, температура резания и применение смазочно-охлаждающей технологической среды и др [3].

Оценку износа обычно характеризуют зависимостью размерного износа от пути резания. Размерный износ инструмента в процессе обработки протекает неравномерно. Существует три основных периода износа: I) период начального износа U_H , так называемый участок приработки инструмента (L_1 , 800 – 1000 м), который характеризуется маленькой площадкой контакта задней поверхности с поверхностью резания, на которой развиваются значительные удельные нагрузки вследствие чего происходит интенсивный износ; II) с появлением площадки контакта $h = 0,05 - 0,1$ мм напряжения которые действуют на ней, значительно снижаются и далее износ переходит в стадию нормального износа U_2 (зависимость $U=f(L)$ является практически линейной и характеризуется протяженностью участка L , 30000 – 40000 м); III) период катастрофического износа, когда использование инструмента нецелесообразно.

Длина каждого участка и степень крутости кривых износа определяется условиями обработки: режимами обработки, геометрией инструмента, прочностью инструментального материала. При обработке конических отверстий на степень крутости кривой износа преимущественное влияние оказывает скорость резания, которая в данном случае является переменной и определя-

ется как $v = f(d)$. Путь резания определяют в соответствии с конкретной схемой обработки, тогда для обработки конического отверстия можно записать:

$$L_p = 0,5\pi \cdot (D + d)l/s, \quad (1)$$

где L_p – путь резания, м;

D, d – наибольший и наименьший диаметры конического отверстия, м;

l – длина образующей конического отверстия, мм;

s – подача, мм/об.

Износостойкость лезвия инструмента определяет его ресурс работы. В общем виде стойкость определяется уравнением Тейлора и зависит от технологических параметров режимов резания (скорости резания, подачи, глубины резания) [4].

Учитывая вышесказанное и устанавливая взаимосвязь между износом и параметрами режимов резания $U = f(v, s, t, C)$, можно сделать вывод, что все параметры процесса резания остаются постоянными кроме скорости резания.

Для прогнозирования величины износа при переменной величине скорости резания можно использовать следующую формулу:

$$U = \frac{C \cdot U_0}{s^y \cdot t^x} \cdot \int_d^D v^{-m+1} dv, \quad (1)$$

используя формулу Ньютона-Лейбница для решения интеграла получим выражение:

$$\begin{aligned} U &= \frac{C \cdot \pi^{-m+1} \cdot n^{-m+1} \cdot U_0}{s^y \cdot t^x} \cdot d_i^{-m+2} \Big|_d^D = \\ &= \frac{C \cdot \pi^{-m+1} \cdot n^{-m+1} \cdot U_0}{s^y \cdot t^x} \cdot \left[\frac{D^{-m+2} - d^{-m+2}}{-m+2} \right], \end{aligned} \quad (2)$$

где C – постоянная величина, соответствующая данной комбинации «инструмент – заготовка»;

U_0 – относительный износ, мкм/ 10^3 м;

v – скорость резания, м/мин;

n – частота вращения, об/мин;

t – глубина резания, мм;

m, y, x – степенные показатели при скорости резания, подаче и глубине резания.

Проведенные исследования позволили установить, что:

1. Оценивая величину прогнозируемого износа, следует учитывать соотношение величин режимов резания и степенных показателей для конкретных условий ($m > y > x$) [4]. Результаты прогнозирования величины износа для деталей «шпиндель» с коническими отверстиями – 7:24 и ISO50 приведены в таблице:

Таблица

Материал детали «Шпиндель»	Материал режущей пластины	Коэффициент и показатели степени				ν	s	t	D	d	U_0	L_P	$L, 10^3$	U	U_L
		C	x	y	m										
18ХН3А, HRC 61...63	Гексанит Р	84	0,1	0,2	0,35	80	0,08	0,15	0,0445	0,0253	12	90,454	4...5	0,693	48,8...60,03
20Х, HRC 58...63	Гексанит Р	112	0,1	0,2	0,2	90	0,08	0,15	0,06985	0,038	10	213,88	4...5	2,027	37,9...47,3 8

2. Предложенная зависимость, основанная на принципе интегрирования с учетом фактически изменяющейся скорости резания на протяжении обработки конического отверстия, позволяет прогнозировать величину размерного износа для пути резания $L_P, м - U$ и для величины стойкости инструмента $L * 10^3, м - U_L$. В ходе проведения экспериментов было установлено, что погрешность между теоретическими расчетами и экспериментальными данными не превышает 15 %.

Список использованных источников: 1. Мухин А.В. Производство деталей металлорежущих станков / Мухин А.В., Спиридонов О.В., Схиртладзе А.Г., Харламов Г.А. – М.: Машиностроение, 2003. – 560 с. 2. Трёмбовлер Н.М. Технология изготовления шпинделей высокоточных станков / Руководящие материалы – М.: ЭНИМС, 1971. – 28. 3. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів: підручник / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов; під аг. Ред. М.П. Мазура. – Львів: Новий світ-2000, 2010. – 422 с. 4. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / [под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова]. – М.: Машиностроение, 1986. – 475 с. – Т. 2. (4-е изд., перераб. и доп.).

Поступила в редколлегию 14.06.2012